

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Perancangan, Pengembangan dan Inovasi Produk.

##### 2.1.1 Pengertian Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada.

Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik. Merris Asimov menerangkan bahwa perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju kearah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban kita. Dari definisi tersebut terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan yaitu :

- 1) aktifitas dengan maksud tertentu, 2) sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia dan 3) berdasarkan pada pertimbangan teknologi.

Dalam membuat suatu perancangan produk atau alat, perlu mengetahui karakteristik perancangan dan perancangannya. Beberapa karakteristik perancangan adalah sebagai berikut :

1. Berorientasi pada tujuan
2. Variform

Suatu anggapan bahwa terdapat sekumpulan solusi yang mungkin terbatas, tetapi harus dapat memilih salah satu ide yang diambil.

### 3. Pembatas

Dimana pembatas ini membatasi jumlah solusi pemecahan diantaranya :

- Hukum alam seperti ilmu fisika, ilmu kimia dan seterusnya.
- Ekonomis; pembiayaan atau ongkos dalam meralisir rancangan yang telah dibuat
- Perimbangan manusia; sifat, keterbatasan dan kemampuan manusia dalam merancang dan memakainya.
- Faktor-faktor legalisasi: mulai dari model, bentuk sampai hak cipta.
- Fasilitas produksi: sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk menciptakan rancangan yang telah dibuat.
- Evolutif; berkembang terus/ mampu mengikuti perkembangan zaman.
- Perbandingan nilai: membandingkan dengan tatanan nilai yang telah ada.

Sedangkan karakteristik perancang merupakan karakteristik yang harus dipunyai oleh seorang perancang antara lain:

1. Mempunyai kemampuan untuk mengidentifikasi masalah.
2. Memiliki Imajinasi untuk meramalkan masalah yang mungkin akan timbul.
3. Berdaya cipta.
4. Mempunyai kemampuan untuk menyederhanakan persoalan.
5. Mempunyai keahlian dalam bidang Matematika, Fisika atau Kimia tergantung dari jenis rancangan yang dibuat.
6. Dapat mengambil keputusan terbaik berdasarkan analisa dan prosedur yang benar.
7. Mempunyai sifat yang terbuka (open minded) terhadap kritik dan saran dari orang lain.

Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan NIDA, yang merupakan kepanjangan dari Need, Idea, Decision dan Action. Artinya tahap pertama seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan (need). Sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan ide-ide (idea) yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (decision) suatu alternatif yang terbaik. Dan pada akhirnya dilakukan suatu proses pembuatan (Action). Perancangan suatu peralatan kerja dengan berdasarkan data antropometri pemakainya bertujuan untuk mengurangi tingkat kelelahan kerja, meningkatkan performansi kerja dan meminimasi potensi kecelakaan kerja ( Mustafa,Pulat, Industrial ergonomics case studies, 1992)

Tahapan perancangan sistem kerja menyangkut work space design dengan memperhatikan faktor antropometri secara umum ( Roebuck J, 1995) adalah:

1. Menentukan kebutuhan perancangan dan kebutuhannya (establish requirement).
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai.
3. Pemilihan sampel yang akan diambil datanya.
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi tubuh yang akan diambil).
5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai.
6. Penyiapan alat ukur yang akan dipakai.
7. Pengambilan data.

8. Pengolahan data
9. Visualisasi rancangan.

Hasil rancangan yang dibuat dituntut dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan bagi si pemakai. Oleh karena itu rancangan yang akan dibuat harus memperhatikan faktor manusia sebagai pemakainya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat suatu rancangan selain faktor manusia antara lain :

1. Analisa Teknik

Banyak berhubungan dengan ketahanan, kekuatan, kekerasan dan seterusnya.

2. Analisa Ekonomi

Berhubungan perbandingan biaya yang harus dikeluarkan dan manfaat yang akan diperoleh.

3. Analisa Legalisasi

Berhubungan dengan segi hukum atau tatanan hukum yang berlaku dan dari hak cipta.

4. Analisa Pemasaran

Berhubungan dengan jalur distribusi produk/ hasil rancangan sehingga dapat sampai kepada konsumen.

5. Analisa Nilai

Analisa nilai pertama kali didefinisikan oleh L.D. Miles dari General Electric (AS, 1940), yaitu suatu prosedur untuk mengidentifikasikan ongkos-ongkos yang tidak ada gunanya.

Kemudian pengertian ini berkembang sesuai dengan perkembangan tuntutan jaman. Seperti yang dikemukakan oleh C.M. Walsh yang membagi analisa nilai menjadi 4 katagori, yaitu :

1. Uses Value

Berhubungan dengan nilai kegunaan

2. Esteem Value

Berhubungan dengan nilai keindahan atau estetika.

3. Cost Value

Berhubungan dengan pembiayaan

4. Excange Value

Berhubungan dengan kemampuan tukar.

Terdapat tiga tipe perancangan, yaitu :

1. Perancangan untuk pemakaian nilai ekstrem

Data dengan persentil ekstrim minimum 5% dan ekstrim maksimum 95%.

2. Perancangan untuk pemakaian rata-rata

Data dengan persentil 50 %.

3. Perancangan untuk pemakaian yang disesuaikan (adjustable)

(dikutip dari [dian.staff.gunadarma.ac.id/.../files/...](http://dian.staff.gunadarma.ac.id/.../files/...)

/MASTER+MODUL+APK2.doc)

### 2.1.2 Pengembangan Produk.

Pengembangan produk merupakan usaha meningkatkan mutu dari barang atau jasa dan penemuan barang atau jasa baru yang akan menambah kepuasan konsumen. Dari pengertian pengembangan produk tersebut tampak sekali bahwa segala bentuk barang dan jasa yang dihasilkan selalu berkaitan dengan kepuasan

konsumen. Agar proses pengembangan produk dapat berjalan secara tepat dan akurat yang sesuai dengan keinginan konsumen dalam menunjang kelancaran usaha pada perusahaan maka diperlukan suatu biaya yang maksimal, sehingga ada pemisahan yang jelas antara biaya pengembangan produk dengan biaya volume penjualan.

Tujuan perusahaan dalam mengembangkan produk adalah agar dapat memenangkan persaingan terhadap barang sejenis, sehingga volume penjualan dan laba perusahaan dapat meningkat serta perusahaan dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya dan dapat memperluas usahanya. Pengembangan produk dapat pula dilakukan dengan cara memperbaiki produk yang sudah ada (modifikasi produk), perbaikan produk yang sudah ada dilakukan dengan cara: perbaikan mutu/kualitas, perbaikan segi/feature baru, dan perbaikan corak/motif. Disamping menciptakan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen, perusahaan juga menciptakan suatu strategi pengembangan produk.

Usaha strategi pengembangan produk diharapkan dapat mengikuti perubahan teknologi yang dipakai dalam perusahaan. Hal ini bagi perusahaan sangat penting karena suatu saat akan mengalami peralihan teknologi. Pada peralihan teknologi perusahaan akan menggunakan teknologi lebih maju guna menjaga kedinamisan perusahaan. Oleh karena itu diperlukan strategi bagi perusahaan agar dapat menciptakan suatu produk baru.

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk (Karl T. Ullrich dan Steven D. Eppinger, 2001).

## 1. Tahap - Tahap Dalam Pengembangan Produk.

Ada beberapa tahap dalam pengembangan produk (Basu swastha, 1997), yaitu :

### a. Tahap Penyaringan.

Tahap Penyaringan dilakukan setelah berbagai macam ide tentang produk telah tersedia, Dalam tahap ini merupakan pemilihan sejumlah ide dari berbagai macam sumber. Adapun informasi atau ide berasal dari manager perusahaan, pesaing, para ahli termasuk konsultan, para penyalur, langganan, atau lembaga lain.

### b. Tahap Analisa Bisnis.

Pada tahap ini msing-masing ide dianalisa dari segi bisnis untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan ide tersebut dapat menghasilkan laba.

### c. Tahap Pengembangan.

Pada tahap ini, ide-ide yang telah dianalisa perlu dikembangkan karena ide-ide tersebut lebih menguntungkan. Pengembangan ini tentunya harus sesuai dengan kemampuan perusahaan.

### d. Tahap Pengujian.

Tahap pengujian merupakan kelanjutan dari tahap pengembangan, meliputi :

- Pengujian tentang konsep produk.
- Pengujian terhadap kesukaan konsumen.
- Penelitian laboratorium.
- Test penggunaan.

- Operasi pabrik percontohan.
- Tahap Komersialisasi.

### 2.1.3 Inovasi Produk.

Menurut etimologi, inovasi berasal dari kata *innovation* yang bermakna ‘pembaharuan; perubahan (secara) baru’. Inovasi adakalanya diartikan sebagai penemuan, tetapi berbeda maknanya dengan penemuan dalam arti *discovery* atau *invensi*. *Discovery* mempunyai makna penemuan sesuatu yang sesuatu itu telah ada sebelumnya, tetapi belum diketahui orang; contohnya penemuan benua Amerika. Sebenarnya, benua Amerika sudah ada sejak dahulu, tetapi baru ditemukan pada tahun 1492 oleh orang Eropa yang bernama Columbus. *Invensi* adalah penemuan yang benar-benar baru sebagai hasil kreasi manusia; contohnya teori belajar, mode busana, dan sebagainya. Inovasi adalah suatu ide, produk, metode, dan seterusnya yang dirasakan sebagai sesuatu yang baru, baik berupa hasil diskoveri atau *invensi* yang digunakan untuk tujuan tertentu.

Rogers dan Shoemaker mengartikan inovasi sebagai ide-ide baru, praktik-praktik baru, atau objek-objek yang dapat dirasakan sebagai sesuatu yang baru oleh individu atau masyarakat sasaran. Pengertian baru di sini, mengandung makna bukan sekadar baru diketahui oleh pikiran (*cognitive*), melainkan juga baru karena belum dapat diterima secara luas oleh seluruh warga masyarakat dalam arti sikap (*attitude*) dan juga baru dalam pengertian belum diterima dan diterapkan oleh seluruh warga masyarakat setempat.

Pengertian inovasi tidak hanya terbatas pada benda atau barang hasil produksi, tetapi juga mencakup sikap hidup, perilaku, atau gerakan-gerakan menuju proses perubahan di dalam segala bentuk tata kehidupan masyarakat. Jadi,



secara umum, inovasi berarti suatu ide, produk, informasi teknologi, kelembagaan, perilaku, nilai-nilai, dan praktik-praktik baru yang belum banyak diketahui, diterima, dan digunakan/diterapkan oleh sebagian besar warga masyarakat dalam suatu lokalitas tertentu, yang dapat digunakan atau mendorong terjadinya perubahan-perubahan di segala aspek kehidupan masyarakat demi terwujudnya perbaikan mutu setiap individu dan seluruh warga masyarakat yang bersangkutan.

Fullan mengemukakan bahwa tahun 1960-an adalah era banyak inovasi pendidikan kontemporer diadopsi, seperti matematika, kimia, fisika baru, mesin belajar (teaching machine), pendidikan terbuka, pembelajaran individu, pengajaran secara tim (team teaching), termasuk sistem belajar mandiri.

## 2.2 Pengertian Ergonomi

Pengertian Ergonomi menurut (Tarwaka, 2004) adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktifitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

Pengertian ergonomi menurut (Wignjosoebroto S, 2003) adalah ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu untuk mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman.

Pengertian ergonomi menurut Eko Nurmianto (2004:1) adalah “ergonomic” berasal dari bahasa latin yaitu ERGON (Kerja) dan NOMOS (Hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen, dan desain perancangan. Ergonomi disebut juga sebagai “Human Factors”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli/professional pada bidangnya misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi, dan teknik industri. Penerapan faktor ergonomi lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk. Produk – produk ini haruslah dapat dengan mudah diterapkan (dimengerti dan digunakan) pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya/ resiko dalam penggunaannya.

Pengertian ergonomi (Ginting Rosnani, 2010) adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi – informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja, sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman.

Tujuan Ergonomi menurut (Ginting Rosnani, 2010) adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan – permasalahan interaksi manusia dengan produk-produknya, sehingga memungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia–mesin yang optimal.

Sebagai contoh dari aplikasi ergonomi juga bisa dilihat dari proses perancangan peralatan kerja untuk penggunaan lebih efektif, misalnya perkakas

kerja seperti obeng atau gunting misalnya dengan pegangan (handle) yang berbentuk kurva pada dasarnya merupakan hasil dari human engineering studies. Desain handle yang berbentuk kurva dan disesuaikan dengan bentuk genggam tangan akan memudahkan cara pengoperasian peralatan tersebut.

Diungkapkan juga oleh (Wignjosoebroto S, 2003) Kalau disaat yang lalu perancangan alat atau mesin semata-mata ditekankan pada kemampuannya untuk memproduksi semata, dengan atau sedikit sekali memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan elemen manusia, maka sekarang dengan ergonomi proses perancangan mesin akan memperhatikan aspek-aspek manusia dalam interaksinya dengan mesin secara lebih baik lagi. Dengan kata lain disini manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin yang dioperasikan (the man fits to the design), melainkan sebaliknya yaitu mesin dirancang dengan terlebih dahulu memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikannya (the design fits to the man).

Menyatakan tujuan ergonomi secara umum (Tarwaka, dkk, 2004) yaitu :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap system kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Dalam buku Ergonomi karangan (Wignjosoebroto S, 2003) Pendekatan khusus yang ada dalam ilmu ergonomi adalah mengaplikasikan secara sistematis dari segala informasi yang didapatkan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia didalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Untuk ini analisis dan penelitian ergonomi akan meliputi hal – hal yang berkaitan dengan:

- Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya) dan anthropometri (ukuran) tubuh manusia.
- Psikologi mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- Kondisi–kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia, dan sebaliknya ialah kondisi–kondisi kerja yang dapat membuat nyaman kerja manusia.

Dengan memperhatikan hal–hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan berbagai keilmuan seperti psikologi, anthropologi, faal/ anatomi dan teknologi (engineering).

### 2.3 Anthropometri

Aspek–aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu faktor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi.

Perlunya memperhatikan faktor ergonomi dalam proses rancang bangun fasilitas dalam dekade sekarang ini adalah merupakan sesuatu yang tidak dapat ditunda lagi. Hal tersebut tidak akan terlepas dari pembahasan mengenai ukuran anthropometri tubuh operator maupun penerapan data–data anthropometrinya.

Pengertian athropometri (Eko Nurmianto, 2004) adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain.

Pengertian Anthropometri (Wignjosoebroto S, 2003) adalah berasal dari kata “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Secara definitif dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain–lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan– pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia.

Pengukuran tubuh manusia dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu pengukuran dimensi struktur tubuh yang dilakukan terhadap tubuh dalam kondisi statis (Statik Anthropometri) dan pengukuran dimensi fungsional yang dilakukan pada saat tubuh dalam kondisi bergerak untuk melakukan pekerjaan yang harus diselesaikan (Dynamic Anthropometri).

Menurut (Eko Nurmianto, 2004) penyusunan data Anthropometri perlu memperhatikan variabilitas yang ada, sebab terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia. Faktor-faktor tersebut adalah :

a. Keacakan (Random)

Walau telah terdapat dalam suatu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/ bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat jelas dapat diaproksikan dengan menggunakan distribusi normal, yaitu dengan menggunakan data persentil yang telah diduga, jika mean (rata-rata) dan standart deviasi (SD) nya telah dapat diestimasi.

b. Jenis kelamin

Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan yang signifikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya dari pada wanita, oleh karenanya data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah.

c. Suku bangsa

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara kenegara lain.

d. Jenis pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menurut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan/ stafnya. Seperti misalnya : buruh dermaga/ pelabuhan adalah harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibanding dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibanding dengan jenis pekerjaan militer.

e. Usia

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak- anak. Antropometrinya cenderung akan terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (intervertebral discs). Selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

f. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim/ musim yang berbeda dari satu tempat ketempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar.

g. Faktor kehamilan pada wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti dibanding dengan wanita yang tidak hamil.

h. Cacat tubuh secara fisik

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikanya skala prioritas pada rancangan bangun fasilitas akomodasi, untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari ilmu ergonomi didalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya: keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (knee space)

untuk desain meja kerja, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, super market dan lain-lain.

Menurut (Wignjosoebroto S, 2003) data anthropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

- a. Perancangan areal kerja (work station, interior mobil, dll)
- b. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perkakas dan sebagainya.
- c. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/ meja computer, dan lain-lain.
- d. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut.

Menurut (Ginting Rosnani, 2010) Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikan, maka prinsip-prinsip yang harus diambil didalam aplikasi data anthropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu antara lain :

- a. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yangb ekstrim.

Disini perancangan produk dibuat agar dapat memenuhi 2 sasaran produk yaitu:

- Bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim
- Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada)



- b. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang tertentu.

Disini rancangan bisa diubah–ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh, contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju mundur dan sudut sandarannya bisa diubah–ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang 5 – 95 persentil.

- c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata–rata.

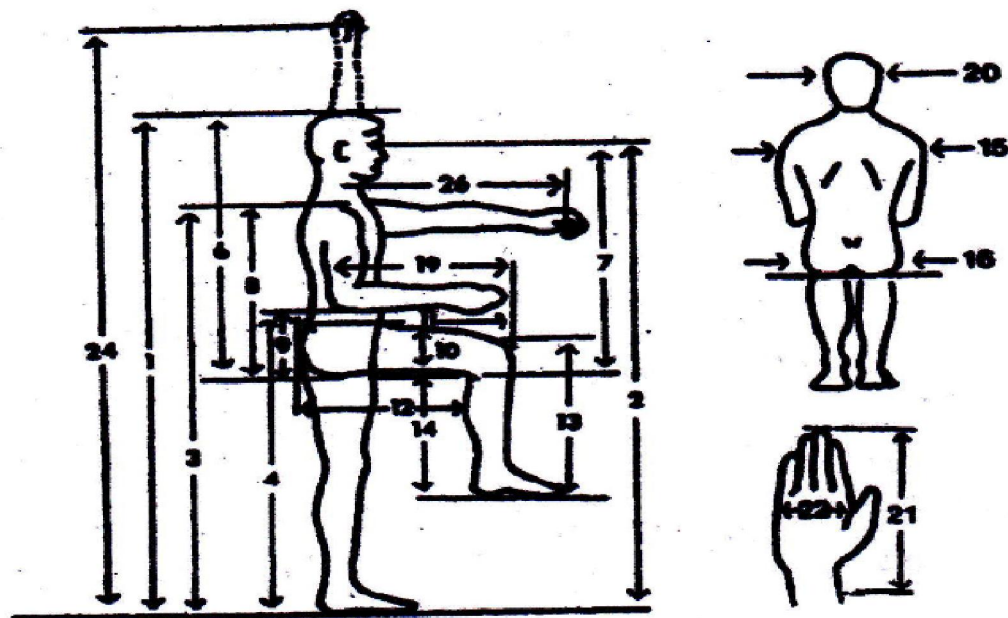
Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata–rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam ukuran rata–rata. Disini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran sekitar rata–rata, sedangkan mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan sendiri.

Berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa langkah dalam pembuatannya :

- a. Terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
- b. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut.
- c. Tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai market segmentation seperti produk mainan untuk anak–anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dan lain–lain.

- d. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individu ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel ataukah ukuran rata-rata.
- e. Pilih persentase populasi yang harus diikuti, 5, 50, 95, ataukah nilai persentil lain yang dikehendaki.
- f. Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri untuk diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja. Pada gambar 2.1 akan memberikan informasi tentang berbagai macam dimensi tubuh yang perlu diukur.



Gambar 2.1 Antropometri Dimensi Tubuh Manusia  
(Sumber Data : Stevenson, 1989; Nurmianto, 1991)

Keterangan :

1. Dimensi tinggi tubuh posisi berdiri (dari lantai sampai dengan ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak

3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak
5. Tinggi kepalan tangan yang terlanjur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar diatas tidak ditampilkan)
6. Tinggi badan dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk / pantat sampaidengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk
10. Tebal atau lebar paha
11. Panjang paha diukur dari pantat sampai ujung lutut/ betis
12. Panjang paha diukur dari pantat sampai bagian belakang dari lutut atau betis
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri maupun duduk
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai paha
15. Lebar dari bahu (bias diukur dalam posisi berdiri atau duduk)
16. Lebar pinggul atau pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjujkan dalam gambar)
18. Lebar perut
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus
20. Lebar kepala
21. Panjang tangan diukur dari atas pergelangan sampai ujung jari
22. Lebar tangan

23. Lebar telapak tangan sampai ibu jari (tidak ditunjukkan dalam gambar)
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertical)
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur seperti halnya no. 24 dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar)
26. Jarak jangkauan tangan yang terlanjur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan

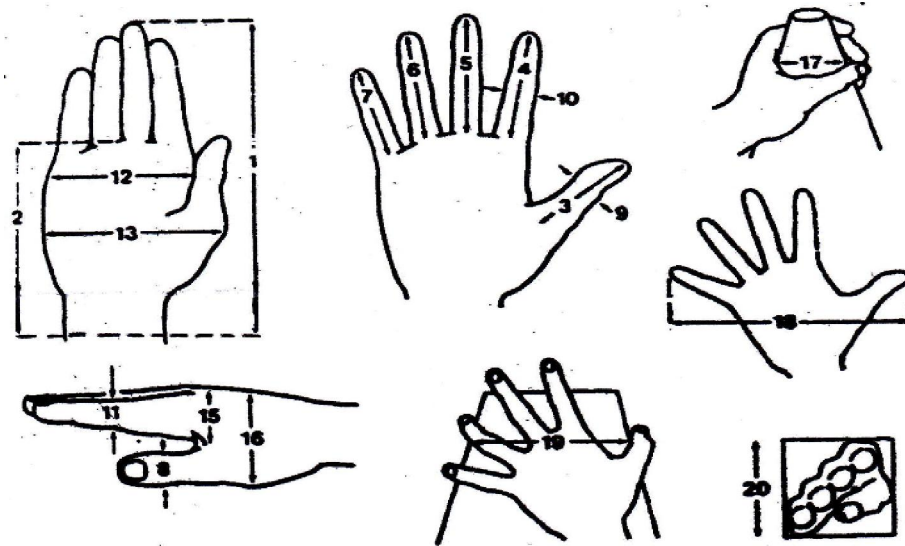
Tabel 2.1 Antropometri Masyarakat Indonesia Yang Didapat Dari Interpolasi Masyarakat British Dan Hongkong (Pheasant, 1986) Terhadap Masyarakat Indonesia (Suma'mur, 1989)

DIMENSI TUBUH	PRIA				WANITA			
	5%	X	95%	S.D	5%	X	95%	S.D
1. Tinggi Tubuh Posisi berdiri Tegak	1.532	1.632	1.732	61	1.464	1.563	1.662	60
2. Tinggi Mata	1.425	1.520	1.615	58	1.350	1.446	1.542	58
3. Tinggi Bahu	1.247	1.338	1.429	55	1.184	1.272	1.361	54
4. Tinggi Siku	932	1.003	1.074	43	886	957	1.028	43
5. Tinggi Genggaman Tangan (Knuckle) pada Posisi Relaks ke bawah	655	718	782	39	646	708	771	38
6. Tinggi Badan pada Posisi Duduk	809	864	919	33	775	834	893	36
7. Tinggi Mata pada Posisi Duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
8. Tinggi Bahu pada Posisi Duduk	523	572	621	30	501	550	599	30
9. Tinggi Siku pada Posisi Duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
10. Tebal Paha	117	140	163	14	115	140	165	15
11. Jarak dari Pantat ke Lutut	500	545	590	27	488	537	586	30
12. Jarak dari Lipat Lutut (popliteal) ke Pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
13. Tinggi Lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
14. Tinggi Lipat Lutut (popliteal)	361	403	445	26	337	382	428	28
15. Lebar Bahu (bideltoid)	382	424	466	26	342	385	428	26
16. Lebar Panggul	291	330	371	24	298	345	392	29
17. Tebal Dada	174	212	250	23	178	228	278	30
18. Tebal Perut (abdominal)	174	228	282	33	175	231	287	34
19. Jarak dari Siku ke Ujung Jari	405	439	473	21	374	409	443	34
20. Lebar Kepala	140	150	160	6	135	146	157	7
21. Panjang Tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
22. Lebar Tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
23. Jarak Bentang dari Ujung Jari Tangan Kanan ke Kiri	1.520	1.663	1.806	87	1.400	1.523	1.646	75
24. Tinggi Pegangan Tangan (grip) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Berdiri Tegak	1.795	1.923	2.051	78	1.713	1.841	1.969	79
25. Tinggi Pegangan Tangan (grip) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Duduk	1.065	1.169	1.273	63	945	1.030	1.115	52
26. Jarak Genggaman Tangan (grip) ke Punggung pada Posisi Tangan ke Depan (horisontal)	649	708	767	37	610	661	712	31

Dimana :  $\bar{X}$  = nilai rata – rata (mean),

SD = nilai standar deviasi, 5 % = nilai 5 persentil, 95 % = nilai 95 persentil.

(Sumber Data : Eko Nurmianto 2004)



Gambar 2.2 Athropometri Tangan (Sumber Data : Eko Nurmianto 2004)

Dari gambar 2.2 diatas terlihat beberapa dimensi atau bagian tangan yang bersesuaian dengan ukuran tangan masyarakat Indonesia, dimensi-dimensi tangan diatas didapatkan dari hasil Interpolasi masyarakat British dan Hongkong.

Biasanya dimensi-dimensi ini digunakan untuk menghasilkan suatu ukuran benda atau produk dengan fungsi utama atau pemakaian di fokuskan pada area tangan, contoh beberapa produk atau benda yang dihasilkan dari dimensi tangan adalah obeng, gagang pintu, dll.

Dengan adanya beberapa dimensi-dimensi tangan diatas diharapkan setiap produk yang dibuat akan mempunyai nilai ergonomis yang sesuai dengan dimensi tubuh manusia sehingga akan membuat produk tersebut nyaman digunakan.

Tabel 2.2 Anthropometri Telapak Tangan Orang Indonesia Yang Didapat Dari Interpolasi Data Pheasant (1986) dan Suma'mur (1989) dan Nurmianto (1991).

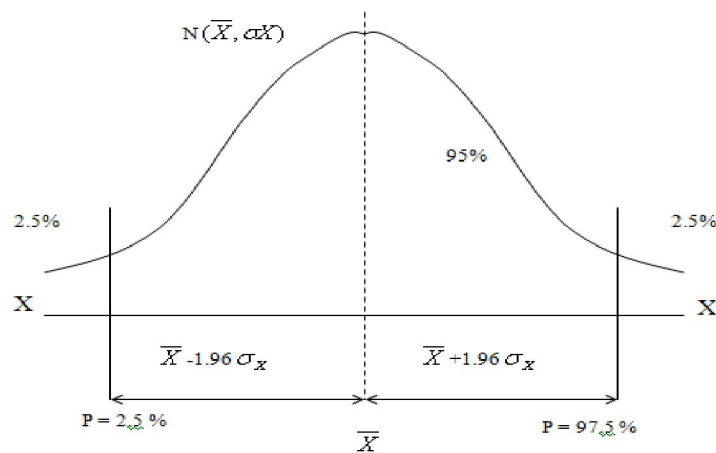
DIMENSI	PRIA				WANITA			
	5th	50th	95th	S.D	5th	50th	95th	S.D
1. Panjang Tangan	163	176	189	8	155	168	181	8
2. Panjang Telapak Tangan	92	100	108	5	87	94	101	4
3. Panjang Ibu Jari	45	48	51	2	42	45	48	2
4. Panjang Jari Telunjuk	62	67	72	3	60	65	70	3
5. Panjang Jari Tengah	70	77	84	4	69	74	79	3
6. Panjang Jari Manis	62	67	72	3	59	64	69	3
7. Panjang Jari Kelingking	48	51	54	2	45	48	51	2
8. Lebar Ibu Jari (IPJ)	19	21	23	1	16	18	20	1
9. Tebal Ibu Jari (IPJ)	19	21	23	1	15	17	19	1
10. Lebar Jari Telunjuk (PIPJ)	18	20	22	1	15	17	19	1
11. Tebal Jari Telunjuk (PIPJ)	16	18	20	1	13	15	17	1
12. Lebar Telapak Tangan (Metacarpal)	74	81	88	4	68	73	78	3
13. Lebar Telapak Tangan (sampai ibu jari)	88	98	108	6	82	89	96	4
14. Lebar Telapak Tangan (minimum)	68	75	82	4	64	59	74	3
15. Tebal Telapak Tangan (Metacarpal)	28	31	34	2	25	27	29	1
16. Tebal Telapak Tangan (sampai ibu jari)	41	48	47	2	41	44	47	2
17. Diameter Genggam (maksimum)	45	48	51	2	43	46	49	2
18. Lebar Maksimum (Ibu Jari ke Jari Kelingking)	177	192	206	9	169	184	199	9
19. Lebar Fungsional Maksimum (Ibu Jari ke Jari lain)	122	132	142	6	113	123	134	6
20. Segi Empat Minimum yang dapat dilewati Telapak Tangan	57	62	67	3	51	56	61	3

(Sumber Data : Eko Nurmianto 2004)

### 2.3.1 Konsep Persentil

Pengertian persentil menurut (Eko Nurmianto, 2004) adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya; 95 persentil ukuran tinggi dari suatu populasi adalah 165 cm, hal ini menunjukkan bahwa 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 165 cm. Atau dapat dikatakan 5% dari populasi adalah bertinggi badan lebih dari 165 cm

Persentil data Anthropometri dapat dihitung dengan pola distribusi normal, ditandai dengan nilai mean, (rata-rata), dan SD (standart deviasi).



Gambar 2.3 Kurva Distribusi Normal

Nilai persentil ditentukan dari persamaan :

$$Z = (x - \bar{x}) / SD$$

Dimana :

$Z$  = Konstanta yang menunjukkan persentil yang bersangkutan

$x$  = Dimensi yang sesuai dengan persentil yang diambil.

$\bar{x}$  = Rata-rata dari dimensi populasi

$SD$  = Standart Deviasi

Nilai persentil yang umum dipakai dalam perhitungan data anthropometri ditunjukkan dalam tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Perhitungan Nilai Persentil

Persentil	Perhitungan
1	$\bar{x} - 2,325\sigma_x$
2.5	$\bar{x} - 1,960\sigma_x$
5	$\bar{x} - 1,645\sigma_x$
10	$\bar{x} - 1,280\sigma_x$
50	$\bar{x}$
90	$\bar{x} + 1,280\sigma_x$
95	$\bar{x} + 1,645\sigma_x$
97.5	$\bar{x} + 1,960\sigma_x$
99	$\bar{x} + 2,325\sigma_x$

(Sumber Data : Eko Nurmianto 2004)

#### 2.4 Analisa dan Perancangan Kerja

Walaupun sekarang ini tampak terjadi pengembangan teknologi produksi yang meningkat pesat, akan tetapi elemen manusia masih saja merupakan komponen kerja yang signifikan dalam sistem produksi. Kemajuan teknologi secara kongkrit membawa perubahan terhadap rancangan kerja (job design) dari yang bersifat manual menjadi mekanis (semi automatic) ataupun otomatis (full automatic). Hal ini dilakukan dengan jalan menggantikan fungsi dan peran manusia (operator) dengan mesin baik sebagai sumber energi maupun kendali kerja. Bagaimanapun juga, baik dalam sector manufaktur maupun jasa pelayanan (service) peran manusia masih juga lebih diandalkan sebagai komponen kerja dalam proses produksi (Wignjosoebroto S, 2003).



#### 2.4.1 Pengertian Perancangan Kerja

Menurut (Wignjosoebroto S, 2003) Perancangan kerja (work design) adalah suatu aktifitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik – teknik guna mendapatkan suatu rancangan sistem kerja yang terbaik. Prinsip-prinsip dan teknik kerja ini digunakan untuk mengatur komponen–komponen yang ada dalam sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuan–kemampuannya, bahan baku, mesin dan peralatan kerja lainnya, serta lingkungan kerja fisik yang ada sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efektifitas kerja yang tinggi yang diukur dengan waktu yang dihabiskan, tenaga yang dipakai serta akibat psikologis atau sosiologis yang ditimbulkannya.

Perancangan tempat kerja pada dasarnya merupakan suatu aplikasi data anthropometri, tetapi masih memerlukan dimensi fungsional yang tidak terdapat pada data statis. Dimensi–dimensi tersebut lebih baik diperoleh dengan cara pengukuran langsung dari pada data statis. Misalnya gerakan menjangkau, mengambil sesuatu, ,mengoperasikan suatu alat adalah suatu hal yang sukar untuk didefinisikan.

Menurut (Wignjosoebroto S, 2003) Perancangan kerja (work design) bertujuan untuk menentukan metode terbaik dalam melaksanakan operasi-operasi kerja yang diperlukan dalam proses produksi.

Secara garis besar, maksud dan tujuan melakukan perancangan kerja (work design ataupun redesign) adalah untuk meningkatkan produktivitas dan performansi kerja dari seluruh sistem produksi yang dicapai melalui :

- a. Pengembangan tatacara kerja (work methods) lebih efektif dan efisien terutama ditujukan untuk aktivitas operasional yang diperlukan dalam proses

produksi. Disisi lain tentu saja harus dihindari aktivitas operasional yang tidak bermanfaat, non produktif ataupun tidak terkait langsung dengan proses pemberian nilai tambah.

- b. Pengaturan kondisi lingkungan kerja yang lebih ergonomis sehingga mampu memberikan kenyamanan dalam arti fisik maupun sosial psikologik.
- c. Pemanfaatan dan pendayagunaan secara maksimal semua potensi sumberdaya manusia secara teroganisir melalui analisis kesesuaian antara kemampuan dan pengalaman seseorang.

#### 2.4.2 Analisa Kerja

Menurut (Wignjosoebroto S, 2003) Analisa kerja adalah suatu prosedur yang dilakukan untuk menganalisa suatu operasi kerja baik yang menyangkut suatu elemen-elemen kerja yang bersifat produktif atau tidak dengan tujuan untuk memperbaiki metode kerja yang selama ini diaplikasikan.

Studi tata cara pengukuran kerja pada dasarnya akan sangat tergantung dan dipengaruhi oleh macam operasi yang berlangsung dalam sebuah sistem produksinya. Adanya berbagai macam operasi yang berbeda karakteristiknya tentu saja akan memerlukan cara analisa yang berbeda pula. Disini pendekatan yang direkomendasikan untuk setiap kasus yang dihadapi akan tergantung pada volume produksi, frekuensi perubahan dalam spesifikasi produk yang dibuat atau dihasilkan, waktu yang tersedia untuk proses analisa dua faktor yang pertama volume dan macam produk (output) merupakan dasar pertimbangan yang paling dominan di dalam pemilihan tipe proses produksi seperti yang lazim dikenal sebagai tipe flow shop, job shop dan project.

Pada tipe flow shop, proses produksi berlangsung secara terus menerus atau berulang-ulang, menghasilkan produk dalam jumlah besar (mass production) dengan macam atau spesifikasi produk sedikit dan standart dalam jangka waktu lama, serta siklus waktu produksi relatif singkat. Dalam kasus flow shop, analisa kerja akan dilakukan sedetail mungkin pada setiap stasiun kerja termasuk menganalisa gerakan-gerakan manual ataupun mesin dalam skala mikro.

Untuk proses produksi yang mengikuti tipe job shop, disini proses produksi dilaksanakan dengan berdasarkan pada produk pesanan yang spesifikasinya mengikuti kemauan konsumennya. Macam produk yang bisa dihasilkan umumnya fleksibel, tidak standart, dan bervariasi tetapi jumlah (volume) masing-masing produk yang dibuat relatif terbatas serta frekwensi perubahan langkah-langkah operasionalnya akibat harus menyesuaikan dengan spesifikasi produk yang dibuat seringkali harus dilakukan.

Selanjutnya untuk tipe project, karena disini dijumpai adanya item produk yang dihasilkan sangat unik atau khusus dengan aktivitas-aktivitas kerja yang begitu kompleks dan saling tergantung satu dengan lainnya, maka hal tersebut menyebabkan analisa perbaikan tatacara kerja seperti yang dilakukan untuk dua tipe proses produksi yang terdahulu tidak bisa diaplikasikan.

## 2.5 Sistem Manusia-Mesin

“Penyesuaian kerja pada manusia” berarti penyesuaian mesin dan lingkungan kerja terhadap manusia. Dalam banyak hal, teknologi baru telah menyiapkan mesin-mesin secara sempurna, untuk menggantikan kerja manusia. Akan tetapi, teknologi baru tersebut juga membawa suatu integrasi yang lebih baik antara manusia dan mesin, misalnya, display digital dan grafik yang lebih

mudah dipahami serta kontrol-kontrol yang membutuhkan lebih sedikit usaha dari pada sebelumnya (Eko Nurmianto, 2004).

Dalam sistem manusia-mesin terdapat dua interfase penting dimana ergonomilah yang memegang peranan penting didalam hubungan tersebut. Interfase pertama adalah display yang dapat menghubungkan kondisi mesin pada manusia, kemudian interfase yang kedua adalah kontrol, yang mana manusia dapat menyesuaikan respon dengan feedback yang diperoleh dari display tadi. Jadi antara display dan kontrol harus terdapat interaksi yang saling menyesuaikan.

Untuk mendesain interfase-interfase tersebut, mula-mula kita harus memahami beberapa karakteristik penting dari panca indra manusia, yaitu penglihatan dan pendengaran, yang mempengaruhi pemahaman tentang display dan simbol-simbol (sinyal-sinyal) yang dapat didengar.

Agar dapat memahami suatu display, seorang manusia memerlukan:

- a. Kemampuan visual yang memadai.
- b. Penyajian informasi yang sesuai, termasuk juga ukuran, pencahayaan, perbedaan dan desain dari display.
- c. Keahlian manusia dan kemampuan yang dimiliki dalam upaya pemahaman tentang display.

Disainer display seharusnya memahami dengan baik karakteristik dan batasan daya lihat manusia.

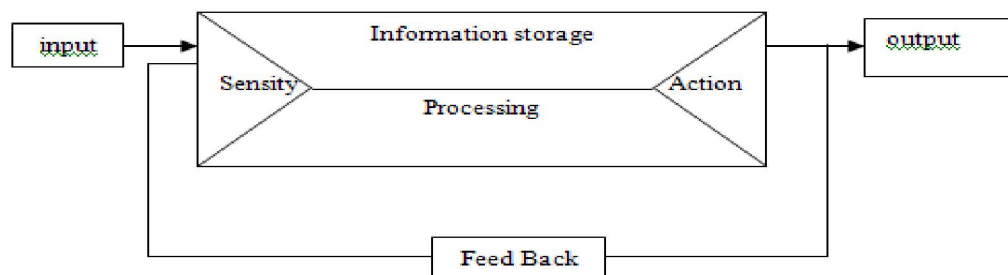
Menurut (Wignjosoebroto S, 2003) Yang dimaksud dengan sistem manusia-mesin disini adalah kombinasi antara satu atau beberapa “mesin” dimana salah satu mesin dan lainnya saling berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh. Yang dimaksud dengan

“mesin“ dalam rangka ini adalah mempunyai arti luas, yaitu mencakup semua obyek fisik seperti peralatan, perlengkapan , fasilitas dan benda-benda yang bisa digunakan oleh manusia dalam melaksanakan kegiatan.

Kalau kita perhatikan lingkungan sekitar kita, maka akan ditemukan obyek-obyek fisik buatan manusia seperti: kursi, meja, tempat tidur, ball point dan sebagainya. Kursi tempat duduk misalnya, mempunyai kegunaan yang istimewa bagi manusia, apabila perancangannya memperhatikan sistem manusia-kursi. Artinya ukuran-ukuran dari kursi tersebut harus memperhatikan ukuran-ukuran manusia yang menggunakannya, dan bentuk atau tipe dari kursi harus memperhatikan tujuan pemakaiannya. Jelas disini, bahwa untuk bisa merancang suatu sistem kerja yang baik, kita harus menyeimbangkan fungsi manusia sebagai pihak yang aktif dengan fungsi obyek yang dibuat sebagai pihak yang pasif.

Dalam kaitanya dengan sistem manusia-mesin, dikenal 3 macam hubungan (interaksi) manusia mesin yaitu :

- Manual Man -Machine Systems.



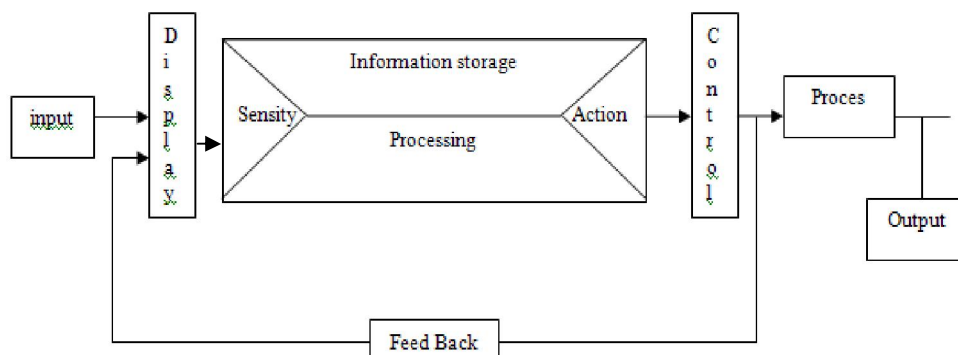
Gambar 2.4 Skema diagram “Manual Man - Machine System”  
(Sritomo Wignjosoebroto, 2003)

Dalam Manual Man - Machine System ini masukan (input) akan langsung ditransformasikan oleh manusia menjadi keluaran (output). Contoh dalam hal ini adalah seorang pekeja melaksanakan pekerjaannya dengan menggunakan

alat sederhana ball-point untuk menulis. Disini manusia masih memegang kendali (kontrol) secara penuh dalam melaksanakan aktivitasnya. Peralatan kerja yang ada hanyalah sekedar menambah kemampuan atau kapabilitasnya didalam menyelesaikan pekerjaan yang dibebankan kepadanya. Sistem dimana manusia secara penuh sebagai sumber tenaga (power) dan pengendali (control) langsung dikenal sebagai sistem Manual.

- Semi Automatic Man -Machine System

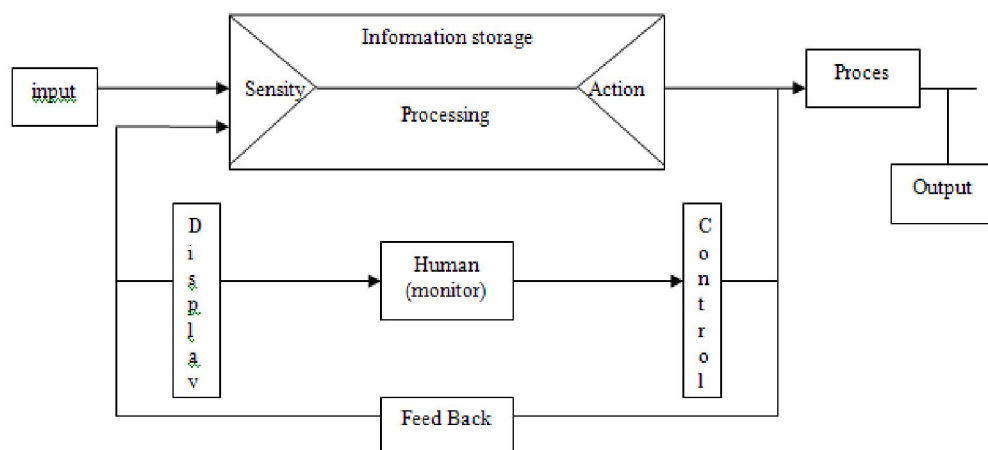
Adanya Revolusi Industri dan perkembangan teknologi yang pesat, maka telah berhasil dikemukakan berbagai macam mesin dan peralatan kerja yang semakin kompleks cara kerjanya. Tidak seperti halnya Manual Man -Machine System, maka dalam semi automatic Man - Machine System akan ada mekanisme khusus yang akan mengelola masukan (input) atau informasi dari luar sebelum masuk kedalam sistem manusia. Demikian pula reaksi yang berasal dari sistem manusia ini akan diolah atau dikontrol terlebih dahulu melewati suatu mekanisme tertentu sebelum suatu output berhasil diproses. Hal ini secara skematis akan digambarkan dalam bagan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Skema diagram Semi Automatic Man - Machne System  
(Sritomo Wignjosoebroto, 2003)

Contoh konkrit dari sistem tersebut diatas adalah apa yang terjadi dalam cara kerja mobil. Adanya instrumen atau display-display panel dalam mobil akan mampu menunjukkan kecepatan mobil yang sedang berjalan dan atau jumlah bahan bakar yang masih ada dalam mobil tersebut. Disini manusia (pengemudi) tidak akan langsung bisa mengendalikan atau mengontrol sumber tenaga penggerak mobil tersebut secara langsung. Karena dalam sistem ini mesinlah yang akan memberikan tenaga yang mampu menyebabkan mobil bergerak. Manusia disini kemudian akan melaksanakan fungsi kontrol dengan memakai inputnya lewat display dan mekanisme lainnya seperti kemudi, rem, gas, dll. sistem dimana mesin akan memberikan tenaga (power) dan manusia akan melaksanakan fungsi kontrol dikenal sebagai Semi Automatic Man-Machine System.

- Automatic Man - Machine System



Gambar 2.6 Skema diagram “Automatic Man - Machine System”  
(Sritomo Wignjosoebroto, 2003)

Pada sistem yang berlangsung secara otomatis, maka disini mesin akan melaksanakan dua fungsi sekaligus yaitu penerimaan rangsang diluar dan

pengendalian aktivitas seperti yang umum dijumpai dalam prosedur kerja yang normal. Fungsi operator disini hanya memonitor dan menjaga agar mesin tetap bekerja secara baik, serta memasukan data atau menggantikan dengan program-program baru apabila diperlukan. Sistem dimana mesin akan berfungsi penuh sebagai sumber tenaga (power) dan pengendali langsung aktivitas dikenal sebagai sistem otomatis.

Penyelidikan terhadap manusia-mesin didasarkan atas suatu kenyataan bahwa antara manusia dan mesin, masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan: artinya ada beberapa pekerjaan yang lebih baik jika dikerjakan oleh manusia dan sebaliknya ada beberapa bidang pekerjaan yang lebih baik dikerjakan oleh mesin. Kalau kekurangan dan kelebihan antara manusia dan mesin ini kita perbandingkan, maka akan diperoleh tabel berikut :

Tabel 2.4 Perbandingan Antara Manusia-Mesin Ditinjau dari Beberapa Aspek  
(Sritomo Wignjosoebroto, 2003)

No	Masalah	Manusia	Mesin
1	Kecepatan	Lambat	Sangat cepat
2	Tenaga	Kecil, terbatas dan berubah – ubah	Dapat diatur dengan baik: bisa besar dan tetap.
3	Keseragaman	Tidak dapat diandalkan, perlu dimonitor dengan mesin	Cocok untuk pekerjaan-pekerjaan rutin, berulang dan perlu ketepatan
4	Kegiatan Kompleks	Satu Saluran	Banyak Saluran
5	Ingatan	Bisa mengingat segala macam, dengan pendekatan dari berbagai sudut baik untuk menentukan dasar-dasar pikiran maupun strategi.	Baik untuk memproduksi sesuatu yang sudah ditentukan dan bisa menyimpan ingatan dalam jangka panjang maupun pendek
6	Berfikir	Induktif baik	Deduktif baik
7	Hitung-menghitung	Lambat dan sangat mungkin melakukan kesalahan , tetapi cukup untuk melakukan koreksi	Cepat dan tepat, tetapi tidak cukup untuk melakukan koreksi



Tabel Kelanjutan 2.4 Perbandingan Antara Manusia-Mesin Ditinjau dari Beberapa Aspek (Sritomo Wignjosoebroto, 2003)

No	Masalah	Manusia	Mesin
8	Kemampuan mengindra	-Menerima rangsangan dari berbagai energi dan kemudian mengolahnya bersama-sama untuk kemudian memberikan reaksi -Dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (temperatur, kelembaban, kebisingan dan getaran) yang melampaui batas	-Dapat menjadi indera penambah seperti kemampuan menangkap gelombang. -Dapat dibuat tidak peka terhadap rangsangan-rangsangan luar.
9	Reaksi terhadap beban yang berlebihan	Degradasi, kemampuan akan turun secara bertahap	Kerusakan terjadi tiba-tiba
10	Kepintaran	-Dapat menyesuaikan sesuatu yang tak terduga atau tak dapat diduga. Dapat meramal, menginterpolasi dan ekstrapolasi dan membuat keputusan	-Tidak ada, hanya bisa memutuskan ya atau tidak
11	Kecakapan Manipulasi	Sangat besar	Khusus

Masing-masing perbedaan kemampuan diatas bisa saling melengkapi, dan adalah tugas para perancang untuk menyeimbangkannya. Kelebihan utama dari manusia dibanding mesin adalah sifatnya yang mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan. Manusia bisa merubah peranannya dengan cepat dan teratur, sehingga memungkinkan untuk bekerja dalam kondisi bagaimanapun.

Tetapi sifat yang berubah-ubah dari manusia ini juga menunjukkan kelemahannya: cara menghadapi masalah yang sekarang belum tentu sama dengan cara yang mungkin dilakukan suatu hari. Keadaan ini akan menimbulkan ketidakmenentuan jalannya suatu sistem. Dengan kata lain secara keseluruhan, sistem manusia-mesin dipengaruhi oleh keterbatasan manusia.

Sehingga mempelajari “manusia sebagai salah satu komponen sistem manusia-mesin”, diharapkan akan bisa meletakkan fungsi manusia dengan segala kemampuan dan keterbatasannya, dalam hubungan untuk merancang sistem manusia-mesin yang terdiri dari manusia, peralatan dan lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga memberikan hasil akhir cara keseluruhan yang optimal.

### 2.5.1 Perencanaan Rancangan Sit-up Bench.

Pada rancangan yang akan dikerjakan ialah adanya pergantian bahan dasar sit-up bench dari besi menjadi bahan kayu. Sedangkan fungsi sit-up bench juga akan ditambah dengan memasang dua kaki yang bisa dilipat.

Sifat-sifat yang dimiliki kayu antara lain :

1. Ringan, tahan korosi dan tidak beracun maka banyak digunakan untuk pembuatan perabot seperti meja, kursi dll.
2. Harga lebih terjangkau dibandingkan bahan dari metal dan merupakan isolator yang baik.
3. Lebih mudah mendisainnya menurut bentuk yang diinginkan.

## 2.6 Pengujian Data

### 2.6.1 Uji Keseragaman Data

Uji Keseragaman Data dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah variasi data yang kita peroleh seragam (tidak ada data yang terlalu besar maupun terlalu kecil dalam populasi pengukuran). Jika ada yang tidak seragam maka akan kita buang data tersebut dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya.

Didalam melakukan Uji keseragaman data dapat kita lakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut :

1. Mengitung besarnya rata-rata dari setiap data pengamatan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$$

Dimana :

$\bar{x}$  = Rata – rata data hasil pengamatan

$x$  = Data hasil pengukuran

2. Menghitung Standar Deviasi dengan rumus berikut :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

$\sigma$  = Standar deviasi dari populasi.

$n$  = Banyaknya jumlah data pengamatan.

$x$  = Data hasil pengukuran.

3. Menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang nantinya digunakan sebagai pembatas jika ada data yang tidak seragam dan keluar dari batas BKA dan BKB menggunakan rumus berikut :

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

Dimana :

$\bar{x}$  = Rata-rata data pengamatan

$\sigma$  = Standar deviasi dari populasi

$k$  = Koefisien tingkat kepercayaan, ada 3 yaitu :

Tingkat kepercayaan 68 % harga  $k$  adalah 1.

Tingkat kepercayaan 95 % harga k adalah 2.

Tingkat kepercayaan 99 % harga k adalah 3.

4. Jika semua data terdapat di dalam batas kontrol maka data dapat dikatakan seragam. (dikutip dari [elista.akprind.ac.id/upload/files/2523\\_WEB-Joko.pp](http://elista.akprind.ac.id/upload/files/2523_WEB-Joko.pp))

### 2.6.2 Uji Kecukupan Data

Tujuannya adalah untuk menguji apakah data yang diambil sudah mencukupi atau tidak dengan mengetahui besarnya nilai  $N'$ . Apabila  $N' < N$  maka data pengukuran dianggap cukup sehingga tidak perlu dilakukan pengambilan data lagi. Sedangkan jika  $N' > N$  maka data dianggap masih kurang sehingga diperlukan pengambilan data kembali.

Rumus untuk uji kecukupan data adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

Dimana :

$k$  = Harga index yang besarnya tergantung dari kepercayaan yang dipakai

Tingkat kepercayaan yang dipakai

Untuk tingkat kepercayaan 68%  $\rightarrow k = 1$

Untuk tingkat kepercayaan 95%  $\rightarrow k = 2$

Untuk tingkat kepercayaan 99%  $\rightarrow k = 3$

$S$  = Tingkat ketelitian

$N$  = Jumlah pengukuran yang dilakukan

$N'$  = Jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan

$x$  = Data hasil pengukuran.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada konsumen yang dominan sebagai pengguna sit-up bench pada lokasi di Mentari Sport Centre Surabaya yang dimulai pada bulan September 2012 sampai data yang diperlukan terpenuhi.

#### 3.2 Identifikasi Variabel

Adapun identifikasi variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dalam hal ini adalah sit-up bench yang ergonomis.
2. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Dalam hal ini adalah dimensi–dimensi yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu :

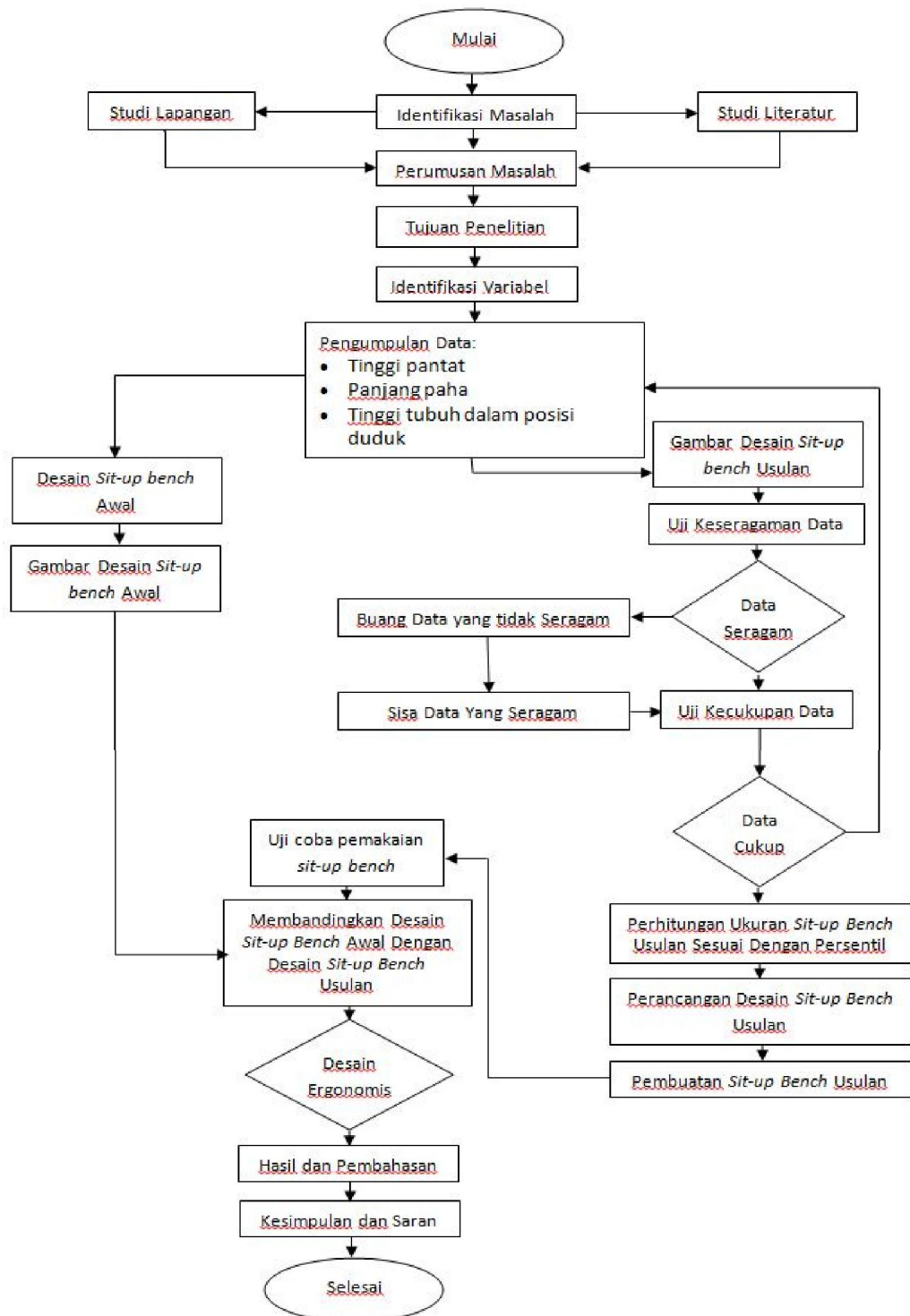
##### Dimensi Tubuh Yang Bersesuaian

Merupakan data primer yang didapatkan secara langsung melalui pengukuran dimensi tubuh manusia (operator). Adapun pengukuran dimensi tubuh yang bersesuaian adalah sebagai berikut :

- § Tinggi pantat sampai kepala dalam posisi duduk (Tpd).
- § Panjang paha dari pantat sampai bagian belakang betis (Pp).
- § Tinggi tubuh dalam posisi duduk diukur dari lantai sampai paha (TI).
- § Lebar pinggul atau pantat (Lp).

### 3.3 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Langkah-langkah yang digunakan dalam pemecahan masalah dapat dilihat dalam flowchart pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Penjelasan Langkah-langkah pemecahan masalah :

1. Mulai.

2. Studi Lapangan.

Melakukan kegiatan observasi pengungkapan fakta – fakta dalam proses memperoleh keterangan atau data dengan cara terjun langsung ke lapangan.

3. Studi Literatur.

Studi literatur dilakukan untuk menambah bobot dan menunjang hasil penelitian.

4. Identifikasi Masalah.

Melakukan kegiatan pencarian dan pengenalan akan suatu masalah yang akan diteliti lebih lanjut.

5. Perumusan Masalah.

Menyusun permasalahan dalam bentuk kalimat tanya yang akan dijadikan sebagai pokok pembahasan dalam penelitian ini yaitu bagaimana rancangan sit-up bench yang lebih ergonomis dan inovatif dari yang sudah ada saat ini.

6. Tujuan Penelitian.

Perumusan tujuan penelitian merupakan hal penting yang sangat menentukan dalam penelitian, karena tujuan penelitian akan menjadi acuan dasar dalam melakukan penelitian. Tujuan penelitian ini telah dijelaskan pada bab I.

7. Identifikasi Variabel.

Menentukan variabel yang digunakan dalam penelitian.

8. Pengumpulan Data.

Melakukan pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran terhadap dimensi tubuh manusia.

9. Desain Sit-up Bench Awal

Mengamati desain dari sit-up bench beserta dengan pengukuran untuk ukuran dimensinya.

10. Gambar Desain Sit-up Bench Awal.

Dari ukuran yang diperoleh pada desain sit-up bench awal kemudian digambar beserta ukurannya.

11. Desain Sit-up Bench Usulan.

12. Uji Keseragaman Data.

Dilakukan untuk menetapkan data yang seragam untuk mengaplikasikannya dapat digunakan peta kontrol. Melalui peta kontrol dapat terlihat apakah data seragam atau tidak dan juga untuk mengetahui ada atau tidak data tidak seragam. Jika data ada yang tidak seragam maka data tersebut akan dibuang lalu sisa data akan dilakukan uji kecukupan data.

13. Uji Kecukupan Data.

Dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah data yang diambil telah mencukupi untuk kemudian data tersebut dapat dilakukan pengolahannya. Apabila data tidak mencukupi, maka harus dilakukan pendataan ( pengukuran) ulang sampai data mencukupi.

14. Perhitungan Sit-up Bench Usulan Sesuai Dengan Persentil.

Dilakukan perhitungan ukuran sit-up bench dengan menggunakan hasil dari pengumpulan data pengukuran dimensi tubuh manusia.

15. Perancangan Desain Sit-up Bench Usulan.

Dilakukan perancangan desain sit-up bench dari ukuran yang sudah ditetapkan.



16. Pembuatan Sit-up Bench Usulan.

Dilakukan Kegiatan merancang dan membuat produk sit-up bench yang sesuai dengan data anthropometri dan dimensi kerja yang bersesuaian.

17. Membandingkan Desain Sit-up Bench Awal dengan Sit-up Bench Usulan.

Dilakukan perbandingan mengenai perubahan desain sit-up bench yang sudah ada dengan sit-up bench yang baru.

18. Ergonomis.

Apakah desain yang ada sudah sesuai dengan prinsip ergonomi, terutama dari segi antropometri. Untuk mengetahui ergonomis atau tidak akan dibuatkan kuisioner perbandingan produk awal dan produk usulan. Apabila sudah ergonomis maka dilanjutkan ke pembahasan, apabila tidak ergonomis maka kembali pada penentuan persentil.

19. Hasil dan Pembahasan

Dilakukan pembahasan terhadap rancangan dari produk yang sudah dibuat.

20. Kesimpulan dan Saran

Akan disimpulkan mengenai produk yang sudah dibuat dan beberapa saran mengenai pembuatan produk.

21. Selesai.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Data Antropometri Pengguna

Ukuran untuk perancangan sit-up bench yang baru ini diambil dari data antropometri pengguna produk tersebut yaitu dimensi tubuh remaja dan dewasa, laki-laki dan perempuan sebanyak masing-masing 40 orang. Dalam pengukuran sit-up bench ini juga memperhatikan aspek ergonomis dan dimensi tubuh yang sesuai dengan alat kerja yang akan di rancang.

Adapun dimensi tubuh yang diukur adalah sebagai berikut:

- Laki-laki dan Perempuan
  1. Tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa : diukur dari alas tempat duduk/ pantat sampaidengan kepala (Tpd)
  2. Panjang paha laki-laki dewasa : diukur dari pantat sampai ujung lutut atau betis (Pp)
  3. Tinggi lutut laki-laki : diukur dari lantai sampai paha (Tl)
  4. Lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa : di ukur dari pinggul kiri sampai dengan pinggul kanan (Lp)
  5. Tinggi lutut perempuan : diukur dari lantai sampai paha (Tl)

Adapun ukuran dari dimensi tubuh laki-laki dan perempuan yang dijadikan sampel bisa dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Dimensi Tubuh

Orang Ke	Dimensi Tubuh Laki-laki dan Perempuan (cm)				
	Laki-laki			Perempuan	
	Tpd	Pp	Tl	Lp	Tl
1	92	34	34	32	30
2	90	34	32	34	28
3	89	36	35	33	31
4	90	37	36	34	32
5	91	35	32	34	28
6	90	37	35	32	31
7	92	34	34	34	30
8	90	37	36	33	32
9	90	37	36	34	32
10	91	36	35	32	31
11	92	37	32	35	28
12	89	37	34	34	30
13	90	37	34	34	30
14	90	36	35	30	31
15	91	36	36	35	32
16	90	37	36	34	32
17	92	37	35	35	31
18	89	37	35	32	31
19	92	35	33	33	29
20	92	36	35	33	31
21	90	37	36	34	32
22	90	37	34	32	30
23	91	34	34	34	30
24	92	37	35	34	31
25	90	35	33	33	29
26	91	37	35	33	31
27	89	36	35	32	31
28	89	34	32	35	28
29	89	34	34	30	30
30	89	36	36	34	32
31	90	37	32	33	28
32	90	36	33	32	29
33	91	35	34	32	30
34	92	35	35	34	31
35	90	35	36	33	32
36	91	36	36	33	32
37	90	37	35	34	31
38	92	35	36	35	32
39	92	36	35	32	31
40	90	37	32	33	28
X	3620	1438	1378	1269	1218

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Desain Sit-up Bench Awal

Gambar sit-up bench awal dapat di lihat pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Sit-up Bench Awal

Kondisi sit-up bench di atas tidak bisa dilipat karena desainnya yang paten, biasanya sit-up bench hanya bisa digunakan untuk latihan sit-up saja. Selain itu bahan rangkanya terbuat dari besi, hal ini membuat pengguna sedikit kerepotan untuk memindahkan atau menyimpannya karena bahan yang digunakan terlalu berat dan di buat paten. Sit-up bench di atas juga kurang melihat dari segi ekonomis produknya, dimana produk tidak bisa dilipat untuk memudahkan menyimpan bila produk tidak dipakai atau digunakan lagi. Dari segi ergonomis pun produk tersebut juga masih kurang nyaman, karena dibagian pangkal lutut posisi tumpuan kurang empuk atau keras pada saat digunakan. Itu menyebabkan pengguna merasa kurang nyaman atau mungkin merasa sakit pada saat

menggunakannya. Dan dari segi harga sebagian besar dari produk tersebut dijual dengan harga yang sangat mahal, sehingga hanya kalangan atas yang mampu membelinya untuk digunakan secara pribadi. Hal itu membuat produk ini terlihat mewah, padahal banyak orang yang ingin melakukan sit-up dengan mudah termasuk kalangan menengah ke bawah.

#### 4.2.2 Desain Sit-up Bench Usulan

Gambar sit-up bench usulan dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.2 Sit-up Bench Usulan

##### 4.2.2.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk pengendalian proses bagian data yang ditolak atau tidak seragam karena tidak memenuhi spesifikasi.

##### a. Tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa (Tpd)

Dari tabel 4.1 diperoleh nilai tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa (Tpd) untuk mencari nilai  $\bar{x}$  dan  $s$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum T_{pd}}{n} = 90,5 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (T_{pd} - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,06$$

Uji keseragaman data tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa (Tpd)

dengan tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, maka  $k = 2$ , yaitu:

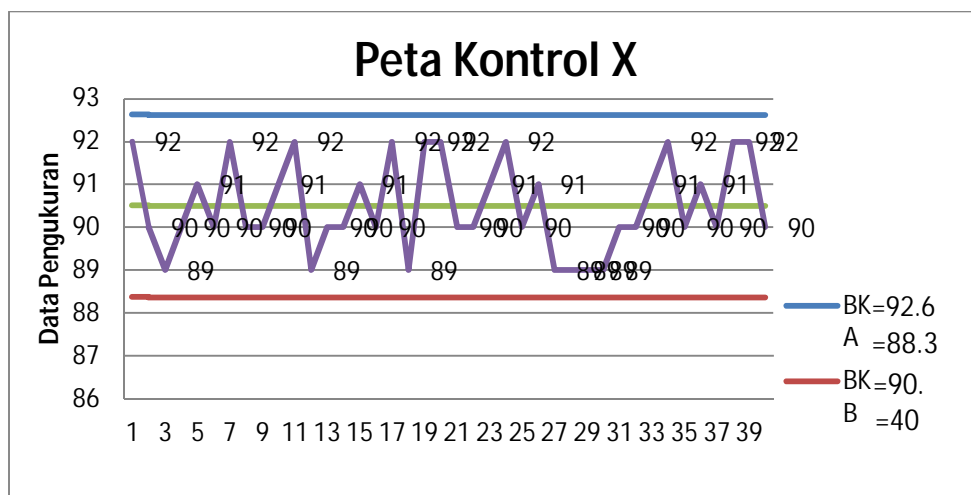
$$BKA = \bar{x} + k \cdot s$$

$$BKA = 90,5 + (2) 1,062 = 92,62$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot s$$

$$BKB = 90,5 - (2) 1,062 = 88,37$$

Dari data diatas dapat dibuat tabel uji keseragaman tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa (Tpd) sebagai berikut :



Gambar 4.3 Uji Keseragaman Tinggi Tubuh Dalam Posisi Duduk Laki-laki Dewasa (Tpd)

#### b. Panjang paha laki-laki dewasa (Pp)

Dari tabel 4.1 diperoleh nilai panjang paha laki-laki dewasa (Pp) untuk mencari nilai  $\bar{x}$  dan  $s$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 35,95 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,10$$

Uji keseragaman data panjang paha laki-laki dewasa (Pp) dengan tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, maka  $k = 2$ , yaitu:

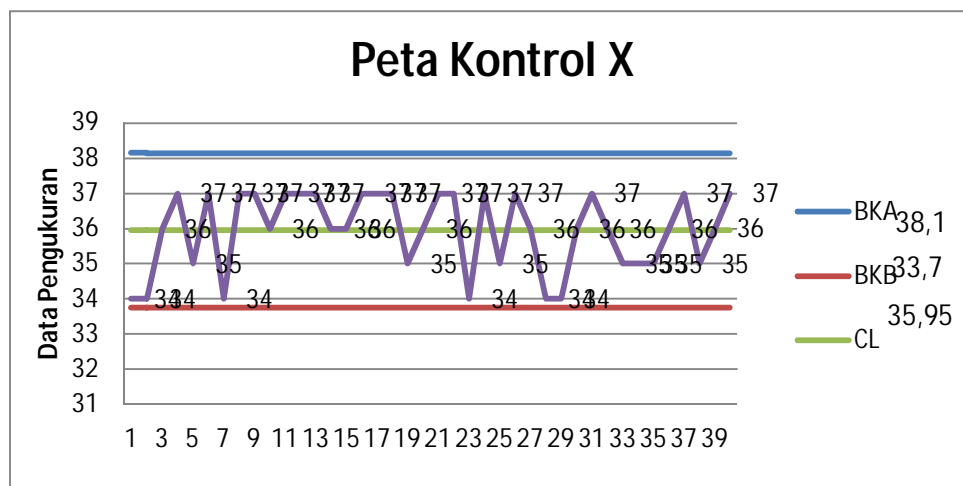
$$BKA = \bar{x} + k \cdot s$$

$$BKA = 35,95 + (2) 1,10 = 38,15$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot s$$

$$BKB = 35,95 - (2) 1,10 = 33,75$$

Dari data diatas dapat dibuat tabel uji keseragaman panjang paha laki-laki dewasa (Pp) sebagai berikut:



Gambar 4.4 Uji Keseragaman Panjang Paha Laki-laki Dewasa (Pp)

c. Tinggi lutut laki-laki tinggi (Tl)

Dari tabel 4.1 diperoleh nilai tinggi lutut wanita pendek (Tl) untuk mencari nilai  $\bar{x}$  dan  $s$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 34,45 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{(\sum x_i^2) - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}} = 1,35$$

Uji keseragaman data tinggi lutut wanita pendek dan laki-laki tinggi (TI) dengan tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, maka  $k = 2$ , yaitu:

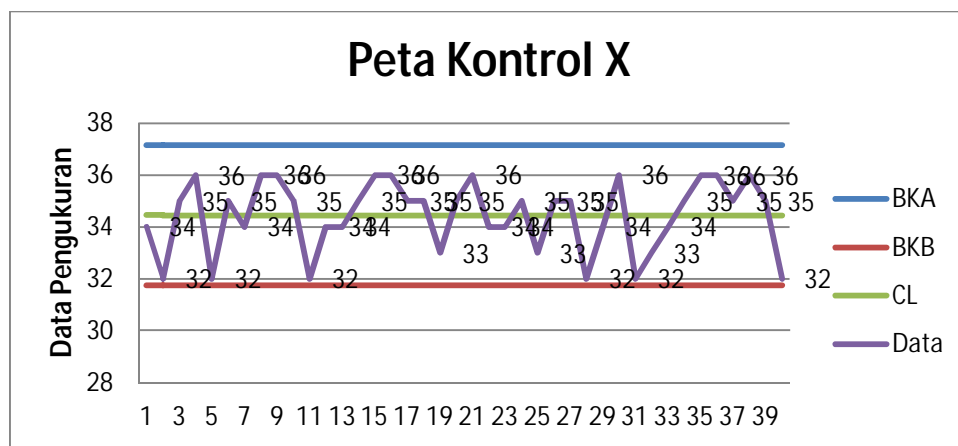
$$BKA = \bar{x} + k \cdot s$$

$$BKA = 34,45 + (2) 1,35 = 37,15$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot s$$

$$BKB = 34,45 - (2) 1,35 = 31,75$$

Dari data diatas dapat dibuat tabel uji keseragaman tinggi laki-laki tinggi (TI) sebagai berikut:



Gambar 4.5 Uji Keseragaman Tinggi Lutut Laki-laki Tinggi (TI)

d. Lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa (Lp)

Dari tabel 4.1 diperoleh nilai lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa (Lp) untuk mencari nilai  $\bar{x}$  dan  $s$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 33,32 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,02$$

Uji keseragaman data lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa (Lp) dengan tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, maka  $k = 2$ , yaitu:



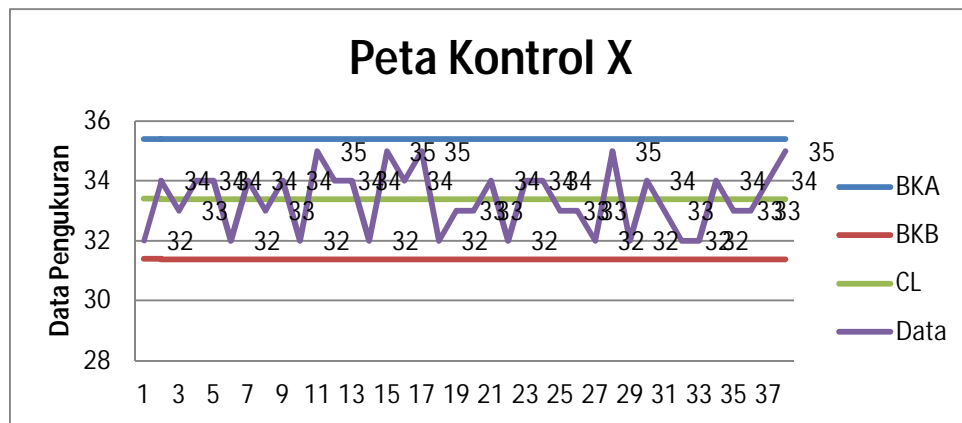
$$BKA = \bar{x} + k \cdot s$$

$$BKA = 33,32 + (2) 1,02 = 35,36$$

$$BKB = \bar{x} - k \cdot s$$

$$BKB = 33,32 - (2) 1,02 = 31,28$$

Dari data diatas dapat dibuat tabel uji keseragaman lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa (Lp) sebagai berikut:



Gambar 4.6 Uji Keseragaman Lebar Pinggul atau Pantat Perempuan Dewasa (Lp)

e. Tinggi lutut wanita (Tl)

Dari tabel 4.1 diperoleh nilai tinggi lutut wanita pendek (Tl) untuk mencari nilai  $\bar{x}$  dan  $s$  adalah sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = 30,45 \text{ cm}$$

$$s = \sqrt{\frac{(\sum x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} = 1,35$$

Uji keseragaman data tinggi lutut wanita pendek (Tl) dengan tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, maka  $k = 2$ , yaitu:

$$BKA = \bar{x} + k \cdot s$$

$$BKA = 30,45 + (2) 1,35 = 33,15$$



#### 4.2.2.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk menganalisa jumlah pengukuran apakah sudah representative, dimana tujuannya membuktikan bahwa data sampel yang diambil sudah dapat mewakili populasi.

Untuk uji kecukupan data digunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat kelayakan 95% maka rumus uji kecukupan data adalah:

$$N' = \frac{k^2 \cdot s^2}{( )}$$

Nilai  $k = 2$  dan nilai  $s = 0,05$

Jika,  $N' \geq N$  maka data sudah cukup untuk melakukan perancangan

$N' < N$  maka data belum cukup untuk melakukan perancangan.

- Tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki (Tpd)

Data tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki (Tpd) dari Tabel 4.1 diperoleh nilai:

$$\bar{X} = 3.620$$

$$X^2 = 327.654$$

$$\text{Maka : } N' = \frac{k^2 \cdot s^2}{( )} = 0,21$$

Kesimpulan:

$$N' = 0,21 \quad N = 40$$

Maka data hasil pengukuran yang dilakukan sudah cukup untuk melakukan perancangan.

- Panjang paha laki-laki (Pp)

Data panjang paha laki-laki (Pp) dari Tabel 4.1 diperoleh nilai:

$$\bar{X} = 1.438$$

$$\sum X^2 = 51.744$$

$$\text{Maka : } N' = \frac{\frac{\sum (\dots) (\dots)}{\dots}}{\dots} = 1,48$$

Kesimpulan:

$$N' = 1,48 \quad N = 40$$

Maka data hasil pengukuran yang dilakukan sudah cukup untuk melakukan perancangan.

- Tinggi lutut laki-laki (Tl)

Data tinggi lutut laki-laki (Tl) dari Tabel 4.1 diperoleh nilai :

$$\bar{X} = 1.378$$

$$\sum X^2 = 47.544$$

$$\text{Maka : } N' = \frac{\frac{\sum (\dots) (\dots)}{\dots}}{\dots} = 2,42$$

Kesimpulan:

$$N' = 2,42 \quad N = 40$$

Maka data hasil pengukuran yang dilakukan sudah cukup untuk melakukan perancangan.

- Lebar pinggul atau pantat perempuan (Lp)

Data lebar pinggul atau pantat perempuan (Lp) dari Tabel 4.1 diperoleh nilai:

$$\bar{X} = 1.333$$

$$\sum X^2 = 44.463$$

$$\text{Maka : } N' = \frac{\frac{\sum (\dots) (\dots)}{\dots}}{\dots} = 1,21$$

Kesimpulan:

$$N' = 1,21 \quad N = 40$$

Maka data hasil pengukuran yang dilakukan sudah cukup untuk melakukan perancangan.

- Tinggi lutut wanita (Tl)

Data tinggi lutut wanita (Tl) dari Tabel 4.1 diperoleh nilai :

$$\sum X = 1.218$$

$$\sum X^2 = 37.160$$

$$\text{Maka : } N' = \frac{\frac{(\sum X)^2}{N} - \sum X^2}{N} = 1,76$$

Kesimpulan:

$$N' = 1,76 \quad N = 40$$

Maka data hasil pengukuran yang dilakukan sudah cukup untuk melakukan perancangan.

masing dimensi tubuh yang diukur dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Dimensi Tubuh	N	N'	Keterangan
1	Tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dewasa (Tpd)	40	0,21	Data Cukup
2	Panjang paha laki-laki (Pp)	40	1,48	Data Cukup
3	Tinggi lutut wanita (Tl)	40	2,42	Data Cukup
4	Lebar pinggul atau pantat perempuan dewasa (Lp)	40	1,21	Data Cukup
5	Tinggi lutut laki-laki (Tl)	40	1,76	Data Cukup

#### 4.2.2.3 Menentukan Persentil

Berdasarkan data-data dimensi tubuh laki-laki dan perempuan yang telah diperoleh selanjutnya dapat ditentukan ukuran sit-up bench dengan penyesuaian persentil.

- Menentukan panjang sandaran punggung sit-up bench

Dari perhitungan uji keseragaman data (Tpd) diperoleh nilai  $\bar{x} = 90,5$  cm dan  $s_x = 1,06$ . Selanjutnya untuk menentukan panjang sit-up bench digunakan tinggi tubuh dalam posisi duduk laki-laki dengan persentil  $P_{95\%}$ , yang merupakan persentil besar dari populasi laki-laki yang diukur dengan maksud agar laki-laki yang tinggi dapat menggunakan alat ini dengan nyaman. Berdasarkan hasil perhitungan standard deviasi di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan panjang sit-up bench dengan nilai persentil 95% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{sit-up bench}} &= \bar{x} + P_{95} (SD) \\ &= 90,5 + 1,645 (1,06) \\ &= 92,24\text{cm} \approx 92 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran panjang sit-up bench adalah 92 cm.

- Menentukan panjang alas duduk sit-up bench

Dari perhitungan uji keseragaman data (Pp) diperoleh nilai  $\bar{x} = 35,95$  cm dan  $s_x = 1,10$ . Selanjutnya untuk menentukan panjang alas duduk sit-up bench digunakan panjang paha laki-laki dengan persentil  $P_{95\%}$ , yang merupakan persentil besar dari populasi laki-laki dewasa yang diukur dengan maksud agar laki-laki yang tinggi dapat menggunakan alat ini dengan nyaman. Berdasarkan hasil perhitungan standard deviasi di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan panjang alas duduk sit-up bench dengan nilai persentil 95% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{sit-up bench}} &= \bar{x} + P_{95} (SD) \\ &= 35,95 + 1,645 (1,10) \\ &= 37,75 \text{ cm} \approx 38 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran panjang alas duduk sit-up bench adalah 38 cm.

- Menentukan lebar alas duduk sit-up bench

Dari perhitungan uji keseragaman data ( $L_p$ ) diperoleh nilai  $\bar{L} = 33,32$  cm dan  $s = 1,02$ . Selanjutnya untuk menentukan lebar alas duduk sit-up bench digunakan lebar pinggul perempuan dengan persentil  $P_{95\%}$ , yang merupakan persentil besar dari populasi wanita dewasa yang diukur dengan maksud agar wanita yang gemuk dapat menggunakan alat ini dengan nyaman. Berdasarkan hasil perhitungan standard deviasi di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan lebar sit-up bench dengan nilai persentil 95% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{\text{sit-up bench}} &= \bar{L} + P_{95} (SD) \\ &= 33,32 + 1,645 (1,02) \\ &= 34,997 \text{ cm} \approx 35 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran lebar alas sit-up bench adalah 35 cm.

- Menentukan panjang pengait kaki sit-up bench

Dari perhitungan uji keseragaman data ( $T_l$ ) diperoleh nilai  $\bar{T} = 30,45$  dan  $s = 1,35$  dan  $s = 1,35$ . Selanjutnya untuk menentukan panjang pengait pada sit-up bench digunakan tinggi lutut wanita dengan persentil  $P_5\%$  dan tinggi lutut laki-laki dengan persentil  $P_{95\%}$  yang merupakan besar persentil dari populasi wanita dan laki-laki yang diukur dengan maksud agar wanita pendek dan laki-laki tinggi juga dapat menggunakan alat ini dengan nyaman. Berdasarkan hasil perhitungan standard deviasi di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan tinggi pengait sit-up bench dengan nilai persentil 5% dan 95% sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T_{\text{Pendek sit-up bench}} &= \bar{T} - P_5 (SD) \\ &= 30,45 - 1,645 (1,35) \\ &= 28,22 \text{ cm} \approx 28 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{\text{Panjang sit-up bench}} &= \bar{x} + P_{95} (SD) \\
 &= 34,45 + 1,645 (1,35) \\
 &= 36,67 \text{ cm} \quad 37 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran pendek dan panjang pengait kaki sit-up bench adalah 28 cm dan 37 cm.

- Menentukan panjang pengait kaki sit-up bench

Dari perhitungan uji keseragaman data (Tl) diperoleh nilai  $\bar{x} = 30,45$  dan  $s = 1,35$  dan  $1,35$ . Selanjutnya untuk menentukan panjang pengait pada sit-up bench digunakan tinggi lutut wanita dengan persentil  $P_{5\%}$  dan tinggi lutut laki-laki dengan persentil  $P_{95\%}$  yang merupakan besar persentil dari populasi wanita dan laki-laki yang diukur dengan maksud agar wanita pendek dan laki-laki tinggi juga dapat menggunakan alat ini dengan nyaman. Berdasarkan hasil perhitungan standard deviasi di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan tinggi pengait sit-up bench dengan nilai persentil 5% dan 95% sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T_{\text{Pendek sit-up bench}} &= \bar{x} - P_5 (SD) \\
 &= 30,45 - 1,645 (1,35) \\
 &= 28,22 \text{ cm} \quad 28 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{\text{Panjang sit-up bench}} &= \bar{x} + P_{95} (SD) \\
 &= 34,45 + 1,645 (1,35) \\
 &= 36,67 \text{ cm} \quad 37 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi ukuran pendek dan panjang pengait kaki sit-up bench adalah 28 cm dan 37 cm.



#### 4.2.2.4 Perancangan Desain Sit-up Bench Usulan

Berdasarkan hasil perhitungan penentuan ukuran sit-up bench sesuai dengan dimensi tubuh laki-laki dan perempuan diatas, adalah sebagai berikut:

- Ukuran panjang sandaran punggung sit-up bench adalah 92 cm.
- Ukuran lebar alas duduk sit-up bench adalah 35 cm.
- Ukuran panjang alas duduk sit-up bench adalah 38 cm.
- Ukuran pendek dan tinggi pengait kaki sit-up bench adalah 28 cm dan 37 cm.

Maka gambar teknik untuk sit-up bench usulan dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4.8 Desain Sit-up Bench Usulan

#### 4.2.2.5 Uji Coba Pemakaian Sit-up Bench Usulan

Adapun hasil kuisioner uji coba pemakaian sit-up bench usulan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini,

Tabel 4.4 Kuisioner Hasil Uji Coba Sit-up Bench Usulan

No	VARIABEL	KRITERIA					TOTAL
		SS	S	C	TS	STS	
1.	Kenyamanan tumpuan belakang lutut	20	15	5	-	-	40
2.	Keekonomisan produk	31	9	-	-	-	40
3.	Kepraktisan produk	21	19	-	-	-	40
4.	Lebih ringannya produk	29	11	-	-	-	40
TOTAL		101	54	5	-	-	160

Keterangan :

SS : Sangat sesuai

S : Sesuai

C : Cukup

TS : Tidak sesuai

STS : Sangat tidak sesuai

#### 4.2.2.6 Perbandingan Desain Sit-up Bench Awal dan Usulan

Adapun perbandingan antara desain sit-up bench awal dan sit-up bench usulan dapat dilihat di bawah ini:

##### a. Sit-up bench awal

Tempat sit-up bench awal dapat di perhatikan pada Gambar 4.9 berikut :



Gambar 4.9 Sit-up Bench Awal

Adapun ukuran sit-up bench awal adalah panjang = 112 cm, lebar alas duduk = 29 cm, dan tinggi = 77 cm.

Tabel 4.5 Kuisioner Hasil Uji Coba Sit-up Bench Awal

No	VARIABEL	KRITERIA					TOTAL
		SS	S	C	TS	STS	
1.	Kenyamanan tumpuan belakang lutut	-	-	9	17	14	40
2.	Keekonomisan produk	-	-	-	12	28	40
3.	Kepraktisan produk	-	-	2	17	21	40
4.	Lebih ringannya produk	-	-	1	27	12	40
TOTAL		-	-	12	73	75	160

Keterangan :

SS : Sangat sesuai

TS : Tidak sesuai

S : Sesuai

STS : Sangat tidak sesuai

C : Cukup

b. Sit-up bench usulan

Adapun gambar teknik untuk sit-up bench usulan dapat dilihat pada gambar

4.10 dibawah ini:



Gambar 4.10 Sit-up Bench Usulan

Berdasarkan hasil perhitungan penentuan ukuran adalah sebagai berikut :

- Ukuran panjang sandaran punggung sit-up bench adalah 92 cm.

- Ukuran lebar alas duduk sit-up bench adalah 35 cm.
- Ukuran panjang alas duduk sit-up bench adalah 38 cm.
- Ukuran pendek dan tinggi pengait kaki sit-up bench adalah 28 cm dan 37 cm.

c. Perbandingan antara sit-up bench awal dan sit-up bench usulan.

Berdasarkan dari kuisioner hasil uji coba sit-up bench yang dilakukan dari 40 responden, maka didapat hasil kuisioner sit-up bench awal, yang mempunyai kriteria jawaban cukup sebanyak 12 jawaban, tidak sesuai sebanyak 73 jawaban, sangat tidak sesuai sebanyak 75 jawaban dan hasil kuisioner tem sit-up bench usulan mempunyai kriteria jawaban sangat sesuai sebanyak 96 jawaban, sesuai sebanyak 62 jawaban, cukup sebanyak 2 jawaban. Maka berdasarkan perbandingan kriteria hasil responden di atas, desain sit-up bench usulan mempunyai kriteria sangat sesuai dan sesuai paling banyak, jadi dapat disimpulkan bahwa desain sit-up bench usulan adalah sit-up bench yang ergonomis.

#### 4.3 Hasil dan Pembahasan

Hasil yang dapat di ambil dari perhitungan data dimensi tubuh dan dari hasil uji kuisioner perancangan sit-up bench agar menjadi ergonomis lebih nyaman untuk digunakan beraktivitas.

1. Sit-up bench awal dapat di perlihatkan pada Gambar 4.11 berikut :



Gambar 4.11 Sit-up Bench Awal

Adapun ukuran sit-up bench awal adalah panjang = 112 cm, lebar alas duduk = 29 cm, dan tinggi = 77 cm. Sit-up bench yang diteliti tidak memudahkan pengguna untuk menyimpannya, bahkan harus repot pada saat memindahkan karena bebannya yang berat, selain itu tumpuan pada belakang lutut kurang nyaman pada saat digunakan. Sit-up bench yang diteliti ini juga tidak bisa dirubah untuk memudahkan pengguna melakukan variasi latihan yang diinginkan. Hal tersebut juga di perkuat oleh hasil kuisisioner sit-up bench awal bahwa, cukup sebanyak 12 jawaban, tidak sesuai sebanyak 73 jawaban, sangat tidak sesuai sebanyak 75 jawaban.

2. Adapun gambar teknik untuk sit-up bench usulan dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini :



Gambar 4.12 Sit-up Bench Usulan

Berdasarkan hasil perhitungan penentuan ukuran adalah panjang sit-up bench adalah 130 cm, lebar sit-up bench adalah 35 cm, tinggi sit-up bench adalah 72 cm. Sit-up bench usulan saat ini mempunyai beberapa kelebihan dibanding sit-up bench awal, selain alas duduknya yang lebih lebar, sit-up bench ini mempunyai bentuk yang bisa dirubah dan bantalan belakang lutut yang nyaman saat digunakan, dimana sudah diukur berdasarkan data anthropometri yang membuat sit-up bench lebih nyaman. Selain itu sit-up bench ini mempunyai bentuk yang bisa dilipat untuk memudahkan pemilik menyimpannya saat tidak digunakan dan harga yang lebih ekonomis. Hal tersebut juga di perkuat oleh hasil kuisioner sit-up bench usulan sangat sesuai sebanyak 96 jawaban, sesuai sebanyak 62 jawaban, cukup sebanyak 2 jawaban.

3. Berdasarkan dari kuisioner hasil uji coba sit-up bench yang dilakukan dari 40 responden, maka didapat hasil kuisioner sit-up bench awal, yang mempunyai kriteria jawaban cukup sebanyak 12 jawaban, tidak sesuai sebanyak 73 jawaban, sangat tidak sesuai sebanyak 75 jawaban dan hasil kuisioner sit-up bench usulan mempunyai kriteria jawaban sangat sesuai sebanyak 96 jawaban, sesuai sebanyak 62 jawaban, cukup sebanyak 2 jawaban. Maka berdasarkan perbandingan kriteria hasil responden di atas, desain sit-up bench mempunyai kriteria sangat sesuai dan sesuai paling banyak, jadi dapat disimpulkan bahwa desain sit-up bench usulan adalah sit-up bench yang ergonomis.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian pengembangan produk sit-up bench dengan pendekatan ergonomis di Mentari Sport Centre Surabaya didapatkan kesimpulan perhitungan data dimensi tubuh dan dari hasil uji kuisioner perancangan sit-up bench agar menjadi ergonomis lebih nyaman untuk digunakan beraktivitas adalah sebagai berikut:

- Adapun ukuran sit-up bench awal adalah panjang alas duduk sampai sandaran punggung = 112 cm, lebar alas duduk = 29 cm, dan tinggi = 77 cm. Sit-up bench yang ada pada saat ini tidak memudahkan pengguna untuk menyimpannya, bahkan harus repot pada saat memindahkan karena bebannya yang berat, selain itu tumpuan pada belakang lutut kurang nyaman pada saat digunakan. Sit-up bench yang diteliti ini juga tidak bisa dirubah untuk memudahkan pengguna melakukan variasi latihan yang diinginkan.
- Berdasarkan hasil perhitungan penentuan ukuran yaitu ukuran panjang alas duduk sampai sandaran punggung adalah 130 cm, lebar alas duduk adalah 35, dan panjang adalah 72 cm. Sit-up bench usulan saat ini mempunyai beberapa kelebihan, yaitu selain alas duduknya yang lebih lebar, sit-up bench ini mempunyai bentuk yang bisa dirubah dan bantalan belakang lutut yang nyaman saat digunakan, dimana sudah diukur berdasarkan data anthropometri yang membuat sit-up bench lebih nyaman. Selain itu sit-up bench ini

mempunyai bentuk yang bisa dilipat untuk memudahkan pemilik menyimpannya saat tidak digunakan dan harga yang lebih ekonomis.

- Berdasarkan dari kuisioner hasil uji coba sit-up bench yang dilakukan dari 40 responden, maka didapat hasil kuisioner sit-up bench awal, yang mempunyai kriteria jawaban cukup sebanyak 12 jawaban, tidak sesuai sebanyak 73 jawaban, sangat tidak sesuai sebanyak 75 jawaban dan hasil kuisioner sit-up bench usulan mempunyai kriteria jawaban sangat sesuai sebanyak 96 jawaban, sesuai sebanyak 62 jawaban, cukup sebanyak 2 jawaban. Maka berdasarkan perbandingan kriteria hasil responden di atas, desain sit-up bench usulan mempunyai kriteria sangat sesuai dan sesuai paling banyak, jadi dapat disimpulkan bahwa desain sit-up bench usulan adalah sit-up bench yang ergonomis.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini antara lain adalah:

Bagi para pembaca terutama produsen sit-up bench hendaknya menerapkan hasil penelitian ini, baik itu dimensi ukuran sit-up bench sebagai acuan atau standart ukuran, maupun berbagai tambahan fungsi pada sit-up bench, dan hendaknya untuk penelitian yang selanjutnya dapat menambahkan fitur atau untuk menyempurnakan penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Basu swastha, 1997. Azas-Azas Marketing, Liberty : Jakarta
- Eko Nurmianto. 2004. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasi, Edisi ke-2. Surabaya: Guna Widya.
- Ginting Rosnani, 2010. Perancangan Produk. Yogyakarta: Graha Ilmu,
- [http://elista.akprind.ac.id/upload/files/2523 WEB-Joko.pp](http://elista.akprind.ac.id/upload/files/2523_WEB-Joko.pp)
- <http://mutiamanarisa.wordpress.com/2010/03/25/rula-rapid-upper-limb-assessment/,2011>
- Karl T. Ulrich dan Steven D. Eppinger. 2001. Perancangan dan Pengembangan Produk. Edisi pertama. Salemba Teknika, Jakarta.
- L.D. Miles. 1940. General Elactric. AS.
- Pulat, Babur Mustafa and Alexander, David C. editor. 1992, industrial ergonomics case studies. New York: Mc Graw-Hill, Inc.
- Roebuck, J., 1995. Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body. USA: Human factors and Ergonomics Society.
- Tarwaka, dkk, 2004. Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas. Surakarta: Penerbit Uniba Press.
- Wignjosoebroto, S., 2003. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. Jakarta: Guna Widya.